

University of Groningen

Voorbeelden van cognitief wetenschapsonderzoek

Kuipers, Theo A.F.

Published in:
WO-NieuwsNet

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
1988

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Kuipers, T. A. F. (1988). Voorbeelden van cognitief wetenschapsonderzoek. *WO-NieuwsNet*, 1(1), 13-29.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

VOORBEELDEN VAN COGNITIEF WETENSCHAPSONDERZOEK

Theo A.F. Kuipers*

"Roughly, I maintain that there is an empirical, descriptive (but not merely descriptive) 'science of science.'" J. D. Sneed

Inleiding

De traditionele wetenschapsfilosofie is meestal nogal abstract en weinig realistisch. Mede hierdoor zijn de resultaten zelden van aanwijsbaar praktisch nut. Als er voorbeelden geanalyseerd worden, betreft het vrijwel steeds simpele, alledaagse zaken zoals "Hoeveel zwarte kraaien moet men gezien hebben om te mogen concluderen dat alle kraaien zwart zijn?"

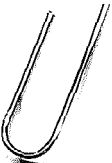
Gedeeltelijk als reactie op het abstracte karakter van de gangbare wetenschapsfilosofie is er, zoals bekend, vanaf het begin van de zeventiger jaren, toen Kuhn's The structure of scientific revolutions populair werd, allerlei sociaal-wetenschappelijk georiënteerd wetenschapsonderzoek op gang gekomen. Wat men ook mag denken van sommige voorbeelden hiervan, men zal in het algemeen moeten toegeven dat deze studies beelden van wetenschap in de praktijk hebben opgeleverd die concreter en realistischer zijn dan ooit tevoren.

Naar analogie van deze sociale wetenschapsstudies begint zich langzamerhand een programma van cognitieve wetenschapsstudies af te tekenen, dat gelocaliseerd kan worden tussen abstracte wetenschapsfilosofie en sociale wetenschapsstudies. Als eerste globale karakterisering kan de volgende omschrijving dienen: quasi-empirische studies naar cognitieve aspecten van wetenschappelijke kennis en kennisontwikkeling. Met de uitdrukking 'quasi-empirisch' wordt nadrukkelijk ruimte gelaten voor normatieve probleem- en doelstellingen en het onderzoek wordt dan ook vaak geleid door een of meer theoretisch-normatieve gezichtspunten. Maar, in afwijking van de abstracte (verbale of formele) wetenschapsfilosofie, die weinig kenmerken vertoont van een empirische wetenschap, wil cognitief wetenschapsonderzoek tevens een echte empirische wetenschap zijn of, beter een empirische metawetenschap.

De kern van het programma is uiteraard het idee dat er in principe systeem zit in kennis en kennisontwikkeling, zodat hierover theorievorming mogelijk is. Natuurlijk gaat het in feite om deel- en aspect-systemen en dus om verschillende patronen, die al dan niet harmonieus op elkaar aansluiten. De beste manier om inzicht te geven in cognitief wetenschapsonderzoek is dan ook het schetsmatig presenteren van een aantal representatieve voorbeelden van dergelijke studies. Hierbij zal een nogal onbescheiden zwaar accent op eigen en ander Gronings onderzoek komen te liggen.

In dit opstel zullen achtereenvolgens aan de orde komen:

- 1) verklaring van wetten,
- 2) intentionele en functionele verklaringen,
- 3) interdisciplinair onderzoek,

- 
- 4) theorie-ontwikkeling geleid door interessante stellingen,
 - 5) theorie-ontwikkeling geleid door idealisatie en concretisering,
 - 6) het structuralistisch perspectief en waarheidsbenadering,
 - 7) structuur van theorieën,
 - 8) van materiaal naar industrieel product,
 - 9) similariteit en de keuze van een inductief-statistische methode.

Over al deze onderwerpen zijn, m.b.v. case-studies, min of meer concrete en realistische patronen gevonden. Steeds gaat het om informatieve patronen die op enigerlei wijze nuttig lijken of zelfs blijken in de praktijk. De volgende vijf soorten van mogelijk nut zijn daarbij aan de orde:

- a) het leveren van een nulhypothese over de ideale gang van zaken, t.b.v. sociale wetenschapsstudies,
- b) het verhelderen of zelfs oplossen van abstracte wetenschapsfilosofische kwesties,
- c) het verbeteren van de presentatie van kennis in geavanceerde leerboeken,
- d) het spelen van een heuristische rol in lopend en nieuw wetenschappelijk onderzoek,
- e) het spelen van een heuristische rol in lokaal onderzoeksbeleid en globaal wetenschapsbeleid.

Bij elk onderwerp zullen alleen de belangrijkste bruikbaarheidsaspecten van de gepresenteerde patronen worden aangeduid, waarbij ook regelmatig pretenties zullen worden geformuleerd die nog waar gemaakt moeten worden.

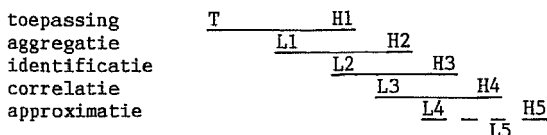
Verklaring van wetten

Hoewel 'verklaren' één van de meest geliefde onderwerpen in de traditionele wetenschapsfilosofie is, zijn de resultaten die in de wetenschapsfilosofische leerboeken te vinden zijn nog allesbehalve informatief. Voorzover het gaat om nomologisch verklaren, d.w.z. het verklaren m.b.v. wetten en theorieën, bestaat de standaard analyse uit een ongefaseerde redenering ter verklaring van een individueel feit, met de toevoeging dat een en ander in enigszins gewijzigde vorm ook opgaat voor het verklaren van algemene feiten, of wetten, en dat probabilistische, of liever approximatieve, varianten mogelijk zijn.

Dit is om tenminste twee redenen erg mager. Ten eerste gaat het in de natuurwetenschappen meestal en in de sociale wetenschappen vaak, primair om het verklaren van wetmatigheden met behulp van theorieën, het verklaren van bijbehorende individuele feiten volgt dan als gratis toegift. In de tweede plaats is globale kennis van enkele concrete wetenschappelijke voorbeelden voldoende om het vermoeden te krijgen dat zulke voorbeelden van verklaren van wetten kunnen worden ontleed in een betrekkelijk klein aantal standaardstappen.

Recent heb ik een vijf-stappen-model voor het verklaren van wetten m.b.v. een theorie geformuleerd (1a/b) dat geïnspireerd werd door eerdere detailanalyses van een natuurkundig en een sociologisch voorbeeld (1c/d). Mijn claim is dat algemeen aanvaarde verklaringen van wetten altijd zijn opgebouwd uit een of meer van de volgende stappen: toepassing, aggregatie, identificatie, correlatie en approximatie. Bij elke stap zijn specifieke hulphypothesen vereist. Globaal komen de stappen op het volgende neer, waarbij we

even doen alsof alle stappen voorkomen. In de toepassingsstap wordt de theorie toegesneden naar het soort objecten waar de wet, al dan niet impliciet, over gaat. Hiertoe zijn specificatiehulphypothesen nodig. In de aggregatiestap wordt het totale effect berekend van de in de eerste stap afgeleide individuele wet. Hierbij zijn statistische hulphypothesen meestal onvermijdelijk. In de identificatiestap wordt de resulterende wet, m.b.v. identiteitshulphypothesen die termen van de theorie verbinden met termen van de te verklaren wet, getransformeerd. In de correlatiestap wordt een verwante transformatie uitgevoerd, maar dan met causale hulphypothesen. Tot slot wordt in de approximatiestap de inmiddels verkregen wet omgezet in de beoogde wet met een beroep op enkele idealiserende hulphypothesen. In tegenstelling tot de voorgaande stappen is deze laatste stap niet deductief. De stappen in een schema samengevat:



Tot nu toe blijken zo'n tien voorbeelden uit verschillende wetenschappen in detail in het model te passen. Natuurlijk wil ik niet uitsluiten dat het model te nauw blijkt te zijn voor andere voorbeelden, maar dat is dan niet zo erg, zolang het aantal toe te voegen stappen maar beperkt blijft.

Voor een aanduiding van het nut van het model loop ik de vijf nutsaspecten langs:

- Hypothese: controverses over verklaringen treden o.a. op zolang geen der partijen (impliciet) volgens het stappenplan te werk gaat.
- In de verwarde wetenschapsfilosofische discussies over de aard van reductie lopen drie betekenissen door elkaar: het optreden van een van de stappen aggregatie, identificatie of approximatie blijkt in de literatuur voldoende reden om over reductie te spreken.
- Volgens het model gestandaardiseerde verklaringen in leerboeken zullen bijdragen tot beter begrip en tot beter onthouden.
- Het model kan een heuristische rol spelen in onderzoek indien men op zoek is naar een verklaring voor een wet en er al dan niet een controverse over is, door namelijk in enig detail te suggereren wat men aan het zoeken is.
- Hypothese: in het onderzoeksbeleid kunnen lopende controverses (zie (a)) benaderd worden door onderzoek conform (d) te bevorderen.

Claim (b) wordt uitgewerkt in (1 a/b), claim (c) wordt daarin geïllustreerd met acht voorbeelden, waarbij de eerder aangeduide natuurkunde- en sociologievoorbeelden enigszins uitvoerig worden behandeld.

Er zijn tenminste twee onderzoeken op gang in de zin van (d): één over verklaringen in de biologie door Rick Looijen (2) en één over de zogenaamde fundering van de macro-economie door Maarten Janssen

(3). Beide projecten kunnen tevens beschouwd worden als toetsingen van de hypothesen (a) en (e).

Intentionele en functionele verklaringen

Het 'covering-law-model' voor verklaringen is vaak bekritiseerd omdat het geen recht zou doen aan bijvoorbeeld intentionele verklaringen in de geschiedwetenschap en functionele verklaringen in de biologie. Auteurs als Hempel en Nagel hebben uit alle macht geprobeerd deze twee soorten verklaringen op nomologische leest te schoeien. Hun conclusie is ruwweg dat het in principe kan, maar dat biologie, geschiedenis en alle andere wetenschappen nog veel kunnen en moeten leren van natuur- en scheikunde. Het gevolg is een slecht geweten of zelfs een minderwaardigheidscomplex, bij veel wetenschapsbeoefenaren die intentioneel of functioneel verklaren.

Tegen deze achtergrond is het verfrissend er eens van uit te gaan dat de meeste biologen en historici geen gemankeerde wetenschapsbeoefenaren zijn en dat hun verklaringen dus serieus genomen moeten worden, bijvoorbeeld dat stekelbaarsjes inderdaad hun borstvinnen aanhoudend bewegen om zuurstofrijk water naar het nest te voeren en dat Hendrik VIII inderdaad ging scheiden en hertrouwen met het oog op een mannelijke nakomeling. Serieus nemen betekent hier inderdaad: zoeken naar systeem in hun verklaringswijzen, zonder de vooropgestelde bedoeling het covering-law-model op te dringen. Als dat lukt is dat een bijdrage aan de emancipatie van de betreffende wetenschapsgebieden.

Vanuit deze invalshoek zijn eerst afzonderlijke analyses gemaakt van intentionele en functionele verklaringen (4a/b/d). In tweede instantie bleek dat gevonden patronen speciale gevallen zijn van een algemeen patroon van verklaren, waarvan de kern bestaat uit het specificeren van een bepaalde kwalificatie (intentioneel, functioneel, etc.) van een feit en dat ik om die reden specificatie-verklaringen heb genoemd (4c). De hoofdingrediënten van zo'n verklaring zijn in de eerste plaats een decompositie-sleutel voor de betekenis van specifieke beweringen waarin de kwalificatie voorkomt, bijv. met die handeling had hij die en die intentie, dat kenmerk van die soort heeft die en die functie, en in de tweede plaats de existentiële generalisatie van dergelijke beweringen, zoals: die handeling was intentioneel, dat kenmerk is functioneel etc. Op grond hiervan kan een hypothetisch deductieve gedachten-gang worden opgesteld, die geacht kan worden aan te sluiten bij de bedoelingen van historici en biologen. De verschillen zitten uiteraard in de betekenis-sleutels, waarin bijvoorbeeld bij intentionele verklaringen geen beroep hoeft te worden gedaan op een algemene wet, terwijl bij functionele verklaringen zo'n beroep wel nodig is, maar niet op de manier die het covering-law-model voorschrijft.

Ons beperkend tot intentionele verklaringen en de meest naieve betekenis-sleutel komt de gedachten-gang, indien in één ronde succesvol, schematisch op het volgende neer:

1. Constatering: persoon x verrichtte handeling h.
2. Verklaringsvraag: waarom verrichtte x h?

Heuristische fase.

3. Onspecifieke hypothese: x verrichtte h intentioneel?
4. Specifieke hypothese: x verrichtte h met het oog op doel d?

uit de sleutel volgen de deelhypothesen: x wilde d? en x dacht dat h nuttig was voor d?

Toetsingsfase

5. Stel verificatie van alle deelhypothesen en dus van de specifieke hypothese,
Antwoord: x verrichtte h met het oog op d!
6. Zijstap m.b.v. existentiële generalisatie: x verrichtte h intentioneel!
7. Over naar vervolgvragen zoals: waarom wilde x d?

Ik besluit weer met de nutsaspecten.

- (a) Hypothese: tussen intentionele verklaringen en functionele verklaringen in de biologie bevinden zich in de sociale wetenschappen allerlei, al dan niet goed onderscheidbare, tussenvormen, die kenmerkend zijn voor de stijl van wetenschappelijke gemeenschappen en aanleiding geven tot communicatie-stoornissen. Voorts lijken discussies over autonomie en reductionisme in de biologie verhelderd te kunnen worden in termen van verschillende, maar niet noodzakelijk onverengbare, verklaringsvormen.
- (b) De gangbare vooronderstelling in de wetenschapsfilosofie dat de conclusie van intentionele en functionele verklarende redeneringen behelst dat het geconstateerde feit zich voordoet of zich wel moet voordoen, is onjuist. De bedoelde onderliggende redenering betreft existentiële generalisatie (stap 6). Causale verklaringen van unieke gebeurtenissen, waarvan het ook de vraag is of ze goed passen in het covering-law-model, blijken ook te kunnen worden opgevat als speciaal geval van specificatie-verklaringen (4c). Yao Hua Tan onderzoekt o.a. de aansluiting die zo ontstaat met (AI-) analyses van verklaringen op grond van onvoldoende informatie (5).
- (c) Alfons Keupink heeft laten zien dat de argumentatie van F. Fischer voor zijn beroemde thesen over het ontstaan van de Eerste Wereldoorlog aanzienlijk verhelderd kan worden i.t.v. intentionele specificatie-verklaringen (6).
- (d/e) Hypothese; Lex Guichard beargumenteert dat stress-onderzoekers bij dieren er goed aan zouden doen (quasi-) intentionele specificatie-verklaringen van diergedrag als 'gidsprogramma' (zie Par. 3) te erkennen (7).

Interdisciplinair onderzoek

Zoals bekend is er volgens Popper pas echt sprake van vooruitgang in de wetenschap als een nieuwe theorie nieuwe feiten met succes voorspelt. Lakatos noemt een onderzoeksprogramma dan ook pas progressief als er regelmatig zo'n theorie-overgang is die op de feiten vooruit loopt. Hoewel er veel fraaie historische voorbeelden zijn aan te wijzen, met als klapstuk de overgang Newton-Einstein, zijn er twee problemen met deze veeleisende definitie van vooruitgang. In de eerste plaats valt uit overwegingen van waarheidsbenadering (zie Par. 6) niet in te zien waarom achter de

feiten aanlopen niet tot de waarheid zou kunnen leiden. In de tweede plaats zijn er veel gebieden in de hedendaagse natuurwetenschappen waar nauwelijks sprake lijkt van op de feiten vooruitlopen, terwijl het niettemin om succesvolle onderzoeksprogramma's gaat als we kijken naar het geld dat er aan besteed wordt en de Nobelprijzen die worden verleend.

Henk Zandvoort (8) toetste de descriptieve claim van Popper en Lakatos aan de hand van de belangrijkste theorieovergangen in het uit de kernfysica voortkomende (en op de quantum-mechanica gebaseerde) kernspinresonantieprogramma (nuclear magnetic resonance, NMR), en constateerde dat er vrijwel steeds alleen sprake was van achter nieuw ontdekte feiten aanlopen. Bij nadere beschouwing bleek dat niemand er serieus aan twijfelde dat nieuwe feiten steeds wel weer konden worden verklaard door de theorie te articuleren en dus dat twijfel daaraan niet de reden was om het programma voort te zetten. Het programma werd voortgezet omdat er goede redenen waren om aan te nemen dat het belangrijke bijdragen zou kunnen leveren aan andere programma's, met name in de scheikunde en de biologie. Deze verwachtingen zijn later veelal uitgekomen. Aldus werd NMR voor Zandvoort een paradigmatisch voorbeeld voor een specifiek model voor succesvol interdisciplinair onderzoek (IO):

IO-model: interdisciplinair onderzoek bestaat uit enkele onderzoeksprogramma's uit een of meer disciplines, die volgens de volgende spelregels samenwerken:

- één programma is het gidsprogramma dat problemen van theoretische of meettechnische aard aanreikt voor de andere,
- de andere programma's zijn dienstverlenende of toeleveringsprogramma's die hun toetsingsfase met succes doorstaan hebben en dus kunnen proberen de aangereikte problemen op te lossen.

Ten opzichte van de gangbare ideeën over IO geeft bovenstaand model twee fundamentele verschillen te zien. Ten eerste is IO niet zozeer een kwestie van globale samenwerking tussen disciplines, maar veel specifiek, van samenwerking tussen onderzoeksprogramma's. Ten tweede is IO een kwestie van asymmetrische samenwerking: het ene programma stelt de problemen, de andere proberen oplossingen aan te reiken en hebben, indien ze dat succesvol doen, ook 'zeggen' over die oplossing.

Indien het gidsprogramma zelf ook reeds uit de toetsingsfase is, is het meestal gericht op een technisch of maatschappelijk probleemgebied (verg. de Starnbergers), bijvoorbeeld milieu (9), onderwijs, ouderdom (10), kanker etc.

De belangrijkste nutsaspecten liggen voor de hand.

- (a) Hypothese: het niet op gang komen van vruchtbaar interdisciplinair onderzoek kan in belangrijke mate liggen aan de botsing tussen cognitieve en sociale factoren: tegenover de noodzaak van asymmetrische samenwerking, bestaat de neiging tot zoveel mogelijk symmetrie: alle deelnemers worden geacht gelijksoortige bijdragen te leveren.
- (b) Interdisciplinariteit blijkt minder diepzinnig en ongrijpbaar dan veel wetenschapsfilosofen dachten.
- (c) Het kan zijn dat alle interdisciplinair onderzoek gericht op een bepaald wetenschapsextern probleemgebied zich zo

ontwikkelt dat één discipline vrijwel alle gidsprogramma's levert, terwijl de andere participerende disciplines alleen toeleveringsprogramma's bieden (hierarchisch model), maar het kan ook zijn dat er op disciplineniveau een meer symmetrische situatie ontstaat (interactie model). Hypothese: op beleidsniveau lijkt het van groot belang dat, bij het opzetten van lange termijn interdisciplinair onderzoek naar een wetenschaps extern probleemgebied, gestart wordt met het interactie model: hiërarchisering op inhoudelijke gronden kan relatief gemakkelijk vanzelf ontstaan vanuit een gelijkwaardige start, terwijl een initiele bevoordeling van bepaalde disciplines ten kosten van andere moeilijk ongedaan kan worden gemaakt, laat staan op zodanige wijze dat deze een andere discipline nadrukkelijk bevoordeeld wordt. Volledigheidshalve is expliciet vermeld dat het IO-model minder geschikt lijkt als uitgangspunt voor onderzoek naar wetenschaps extern probleemgebied waarvan op korte termijn praktische resultaten worden verlangd. Meestal zal het dan ook aanbeveling verdienen om naast het opzetten van lange termijn onderzoek, op basis van het IO-model, ook onderzoek te entameren dat op direct resultaat is gericht. Bij de planning van dit laatste soort onderzoek lijken ad hoc overwegingen de doorslag te moeten geven.

Theorie-ontwikkeling geleid door interessante stellingen

De tijd dat economen met een gerust geweten beweerden dat economie in beginsel volgens Popperiaanse methodologie bedreven kon en moest worden is voorbij, maar hoe doen economen het dan wel? Bert Hamminga (11) bestudeerde de ontwikkeling van de theorie over internationale handel van ongeveer 1930 tot 1970 en kwam tot de volgende diagnose. Economen richtten zich op stellingen die ze interessant vinden en ze proberen die stellingen voor een steeds groter aantal denkbare gevallen te bewijzen, vermoedelijk met als achtergrondmotief: het vergroten van de plausibiliteit dat de stelling ook geldt voor de echte wereld. Afgezien van dit motief, komt de echte wereld er niet aan te pas en is het vrijwel allemaal wiskunde wat de klok slaat. Niettemin, of juist daarom, valt er veel systematiek waar te nemen. Allereerst kan de vorm van een specifieke claim in het onderzoeksprogramma nog mooier geordend worden dan Lakatos wat dit betreft had durven dromen: onder die en die condities kan de interessante stelling (IT) bewezen worden:

$$V_{lmn} (C_1 \dots C_i ; C_{i+1} \dots C_j ; C_{j+1} \dots C_k \rightarrow IT)$$

De onderverdeling van condities is hierbij als volgt. V geeft de veldcondities aan, die het bereik van de claim vastleggen; in het voorbeeld het aantal beschouwde landen, goederen en productiefactoren. $C_1 \dots C_i$ betreffen de basisprincipes, d.w.z. de principes van het algemene onderzoeksprogramma waarbinnen het probleemgebied wordt aangepakt. In het voorbeeld van internationale handel is dat basisprogramma de op de nutstheorie geënte neoklassieke economie. $C_{i+1} \dots C_j$ betreffen specifieke principes over het probleemgebied, bijvoorbeeld dat de produktiefuncties in alle landen dezelfde zijn, terwijl de hoeveelheden beschikbare produk-

U

tiefactoren wel kunnen verschillen. $C_{j+1} \dots C_k$, tot slot, betreffen speciale condities van wiskundige aard, bijvoorbeeld dat de produktiefunctie continu is.

Theorie-ontwikkeling of, precieser, resultaten die beschouwd worden als belangrijke theoretische vorderingen bestaan nu uit nieuwe claims, en de bewijzen daarvoor, waarin alleen de veld- en/of speciale condities op een of meer van de volgende vier wijzen zijn geliberaliseerd:

- velduitbreiding: vergroting van het aantal landen, goederen en factoren (het vertrekpunt is steeds: van elk 2!)
- afzwakking van speciale condities
- plausibelere condities voor speciale condities
- alternatieve speciale condities.

Of economen dit soort ontwikkelingen terecht beschouwen als vooruitgang omdat het de kans vergroot dat de stelling waar is voor de echte wereld is de vraag. Wel kan er een zekere formele analogie worden aangetoond (12) met vooruitgang in de natuurwetenschappen, waarbij ook precies kan worden aangegeven waar de analogie ophoudt.

Het beeld dat Hamminga schetst lijkt representatief voor de neoklassieke economie, een recente constructie van de markttheorie (11) bevestigt de diagnose.

Natuurlijk is het beeld geen volledig beeld van de economische wetenschap, zeker niet als we ook toegepaste econometrische modellen in de beschouwing betrekken, maar het gaat wel over een belangrijk deel van de economie, te weten, de zogenaamde theoretische economie. Bovendien roept het juist de vraag op of, en wat voor systeem er zit in economische theorievorming waar het geschetste beeld fundamenteel inadequaat lijkt te zijn.

We volstaan met enkele korte opmerkingen naar aanleiding van de nutaspecten.

- (a) De geschetste diagnose lijkt een belangrijk onderliggend motief voor de opvallende ambivalentie van economen over de vraag of economie al dan niet een sociale wetenschap is.
- (b) De cognitieve doelen van sociale wetenschappen in het algemeen en van economie in het bijzonder blijken minder evident dan wetenschapsfilosofen plegen aan te nemen naar analogie van de natuurwetenschappen.
- (c) De didactische voordelen van gestructureerde presentatie van een (nieuwe) specifieke claim spreken voor zich. Bovendien kan het, waar mogelijk tijdig kleur bekennen over de aard van het vak geen kwaad.
- (d) (e) Heuristisch gebruik in onderzoek en onderzoeksbeleid heeft, voorzover bekend, nog niet plaatsgevonden, maar dat is wel denkbaar.

Theorie-ontwikkeling geleid door idealisatie en concretisering
Idealisatie wordt in de empirisch wetenschappelijke praktijk veelvuldig toegepast als een voor theorievorming en -formulering noodzakelijke ingreep. Dit geldt zeker voor de natuurwetenschappen; in de sociale wetenschappen en ook in de filosofie is het besef van de noodzaak echter nog lang niet algemeen. Terzijde zij benadrukt dat dit ook in het bijzonder geldt voor de hedendaagse Anglo-Amerikaanse wetenschapsfilosofie, waar de spraakmakende debatten weinig doen denken aan pogingen tot gedisc-

ciplineerd en gefaseerd wetenschappelijk onderzoek. Verrassend is dat Marx bij nauwkeurige bestudering vrij systematisch volgens de "methode van idealisatie en concretisering" te werk blijkt te zijn gegaan, met name in *Das Kapital*. Leszek Nowak (13) heeft deze werkwijze van Marx aan het licht gebracht door de delen I en III juist in hun opvolging te zien als blijk van wat Marx noemde 'opstijgen van het abstracte naar het concrete'. Op zichzelf is Nowak's werk al een illustratie van zeer verhelderend cognitief wetenschapsonderzoek. Maar het door hem opgestelde algemene schema blijkt ook nuttige diensten te kunnen verlenen bij het verhelderen van leerboektheorieën -verklaringen. Het algemene idee is dat er meestal een ordening is aan te brengen in de mate van belangrijkheid van alle factoren die de waarde van een bepaalde grootheid G mede bepalen, hetgeen eventueel kan leiden tot een indeling in primaire en secundaire factoren. Uitgaande van de factoren ordening $f_0, f_1, \dots, (f_k)$ zijn in het n -de stadium van concretisering de factoren f_0 t/m f_n in rekening gebracht, terwijl de overige factoren nog verwaarloosd worden:

IC als $f_0 \neq 0, f_1 \neq 0, \dots, f_n \neq 0$ en $f_{n+1}=0, f_{n+2}=0, \dots$ dan

$$G = G_n(f_0, f_1, \dots, f_n)$$

In het nulde stadium is er sprake van maximale idealisatie, als alle factoren geconcretiseerd zijn, aangenomen dat dat kan, is maximale concretisering bereikt. (Merk op dat het formeel weliswaar arbitrair is wanneer de functie-representatie van een factor de waarde 0 aanneemt, maar dat het verwaarlozen van een factor empirisch gesproken meestal niet arbitrair is, in welk geval de functie-representatie geacht kan worden daar bij aan te sluiten). IC biedt een instrument voor het structureren van theorieën, zowel in de onderzoeksfase als in leerboeken. Hoewel het erg voor de hand ligt, om niet te zeggen dat het triviaal is, wordt het opvallend weinig expliciet gebruikt. In algemene uiteenzettingen over hoe men te werk is gegaan, of moet gaan, wordt er wel vaak naar gerefereerd, waarbij de overgang van de ideale gaswet naar de wet van Van der Waals als paradigmatisch voorbeeld geldt. Die overgang ziet er stapsgewijs als volgt uit (waarbij we ons beperken tot de cruciale formules en de betekenis bekend vooronderstellen):

$$(0) \quad P = RT/V$$

$$(1) \quad P = RT/V - a/V^2$$

$$(2) \quad P = RT/(V-b) - a/V^2 \quad (\text{ofwel: } (P - \frac{a}{V^2})(V-b) = RT)$$

In de *Poznan Studies* (was een tijdschrift, is nu een boekserie) zijn vele voorbeelden uitgewerkt voornamelijk in de sfeer van biologie, economie en sociologie. De volgende bruikbaarheidsoverwegingen zijn mede daar op gebaseerd.

- (a) Hypothese: binnen de sociale wetenschappen is er een veel grotere sociale druk dan in de natuurwetenschappen om niet uit te gaan van zeer sterke idealisaties; het verwijt de werkelijkheid in grove mate te vertekenen lijkt zeer invloedrijk. Algemener gesteld: binnen de sociale wetenschappen is de dis-

- discipline om er per domein, zo enigszins mogelijk, hooguit enkele onderzoeksprogramma's op na te houden, zodat niet iedereen een eigen winkel begint, slecht ontwikkeld. In de natuurwetenschappen is die discipline wellicht mede tot stand gekomen door de hoge kosten van experimenteel onderzoek.
- (b) De ontologische vragen die door IC worden opgeroepen zijn in tweede instantie wellicht minder interessant dan op het eerste gezicht lijkt.
 - (c) Het bovengenoemde standaard voorbeeld leidt tot een interessante vraagstelling aangaande verklaringen: kan de verklaring van een geconcretiseerde wet gereconstrueerd worden als concretisering van de verklaring van de (meer) geïdealiseerde wet? Bij nauwkeurige analyse (14) blijkt niet alleen dat de naïeve kinetische verklaring van de wet van Van der Waals, maar ook de standaard leerboeken verklaring op principieel ondeugdelijke wijze gepresenteerd wordt als concretisering van de kinetische verklaring van de ideale gaswet. Tevens blijkt dan dat een conceptueel deugdelijke concretisering wel mogelijk is, indien de 'IC-heuristiek' consequent wordt opgevolgd.
 - (d) Bij het opstellen van een 'non-marxian' historisch materialistische theorie heeft Nowak (15) zich nadrukkelijk laten leiden door de IC-heuristiek.
 - (e) Het gestelde onder (a) biedt tevens enkele ruwe indicaties voor onderzoek naar de programmastructuur van sociaal-wetenschappelijk onderzoek t.b.v. onderzoeksbeleid.

Het structuralistisch perspectief en waarheidsbenadering

Als vanzelfsprekend wordt meestal aangenomen dat de inhoud van wetenschap het beste beschreven kan worden in termen van de beweringen van een taal: theorieën worden opgevat als verzamelingen beweringen en deze kunnen al dan niet in strijd zijn met observatie beweringen. P. Suppes liet 30 jaar geleden al zien dat een andere beschrijvingswijze mogelijk is: als basiseenheden fungeren dan niet de beweringen die met een gekozen taal formuleerbaar zijn, maar de conceptuele mogelijkheden, technisch: de verzamelingstheoretische structuren, die met die taal karakteriseerbaar zijn.

Over de natuurwetenschappen laat zich vanuit dit perspectief de volgende meta-theorie goed verdedigen als geïdealiseerd vertrekpunt. Binnen de verzameling M van conceptuele mogelijkheden, ter karakterisering van een bepaald domein van verschijnselen of systemen, bestaat een unieke, constante deelverzameling X van alle empirische mogelijkheden, die het doel vormt, of de gezochte onbekende is, van theoriegerichte wetenschapsbeoefening. Een algemene hypothese is een combinatie van een deelverzameling A van M en de claim " $X \subseteq A$ ", terwijl een theorie een combinatie is van een deelverzameling B van M en de sterkere claim " $X = B$ ". Experimenteel gerealiseerde mogelijkheden R zijn uiteraard realiseringen van empirische mogelijkheden: $R \subseteq X$. R-A bevat dus precies de gerealiseerde tegenvoorbeelden van hypothese A. Zodra hypothese A de status van wet gekregen heeft, d.w.z. zodra de claim " $X \subseteq A$ " wordt aanvaard, moet een theorie B die zo mogelijk verklaren, hetgeen aantoonbaar het geval is wanneer $B \subseteq A$. Het succes van een theorie vormt het complement van haar problemen: de tegenvoorbeelden en de onverklaarde wetten. De 'succesre-

gel' (verg. Laudan) die zegt dat wetenschappers de voorkeur geven aan de succesvollere theorie, wordt nu exact formuleerbaar. Dit brengt ons bij de beruchte vraag naar een verklaring voor het succes van de natuurwetenschappen. Precieser: waarom zijn heden-daagse theorieën doorgaans succesvoller dan hun voorgangers? Hierop is het antwoord triviaal geworden (verg. Van Fraassen): omdat wetenschappers de succesregel hanteren. De interessante vraag is dan ook een andere: waarom is de succesregel productief, d.w.z. waarom blijft de succesvollere theorie vaak succesvoller (ook als er nieuwe experimenten worden gedaan of wetten ter verklaring zijn gevonden)? Antwoord: omdat de succesvollere theorie vaak dichterbij de waarheid is in de volgende welomschreven zin: theorie B_2 is dichterbij de (enige) ware theorie X dan theorie B_1 indien het symmetrisch verschil tussen B_2 en X een echte deelverzameling is van dat tussen B_1 en X . Als dat het geval is, is bewijsbaar dat B_2 altijd tenminste even succesvol zal zijn dan B_1 en op den duur zelfs succesvoller zal blijken te zijn.

B_2 is dichterbij
 X dan B_1



De hier aangeduide structuralistische waarheidsgelijkenistheorie werd ontwikkeld in (16). Inmiddels is de theorie in twee opzichten geconcretiseerd: ruwweg, niet ieder tegenvoorbeeld telt even zwaar (17a) en invoering van een theorierelatief onderscheid tussen theoretische en niet-theoretische termen (17b). Het betreft zelf ook een echte (meta-)theorie, met X als eigen theoretische notie, en de theorie roept talloze nieuwe vragen en suggesties op.

- (a) Hypothese: controverses over de aard van de sociale wetenschappen kunnen verhelderd worden vanuit de vraag of een unieke, constante verzameling empirische mogelijkheden beschouwd kan worden als het cognitieve doel.
- (b) Naast de geschetste oplossing van het verisimilitude probleem, blijkt de theorie ook een heel nieuw licht te werpen op de correspondentie-theorie van de waarheid (18).
- (c) Zoals Ronald Giere (19) liet zien, kunnen de pretenties van concrete theorieën en de aard van tegenvoorbeelden, op zeer heldere wijze gepresenteerd worden vanuit het naïve structuralistische perspectief. Helaas heeft Giere nog niet begrepen waar verklaringen vanuit dit perspectief op neerkomen.
- (d) (e) In onderzoek en beleid worden sociale en geestes-wetenschappen vaak over een kam geschoren met de natuurwetenschappen. Dit is alleen rigoreus te verdedigen als de cognitieve doelen uit de aard der zaak min of meer vergelijkbaar zijn, en dat is zeer de vraag.

Structuur van theorieën

Zoals bekend heeft J. Sneed het naïve structuralistische perspectief van Suppes verrijkt met het theorierelatieve onderscheid tussen theoretische en niet-theoretische termen. Een theorie T kent volgens Sneed de volgende ingrediënten:

- M_p : de verzameling potentiële modellen, i.e. de structuren waarin alle relevante termen voorkomen,
 M_{pp} : de verzameling van partieel-potentiële modellen, i.e. de structuren met alleen niet-theoretische termen,
 M_T : de verzameling van modellen van $T, M_T \subseteq M_p$,
 η : de projectie-functie van M_p naar (op) M_{pp} die de theoretische termen laat vallen,
 I : de verzameling representaties van de bedoelde toepassingen van $T, I \subseteq M_{pp}$

De claim van de theorie zegt nu dat I een deelverzameling is van de projectie van de modellen, i.e. van $\eta(M_T)$. De achtergrond van het niveau-onderscheid is de volgende. Bij veel theorieën is de prima facie claim van de theorie, waarbij de bedoelde toepassingen gerepresenteerd worden als potentiële modellen, of circulair of deze leidt tot een oneindige regressie, omdat het toepassen van sommige termen welbeschouwd een beroep doet op de claim.

Merk op dat M en X uit Par. 6 ruwweg overeenstemmen met M_p en I als we het niveau-onderscheid verwaarlozen en dat de claim van T dan neerkomt op de claim van 'hypothese M_T '.

Vanuit het verfijnde structuralistisch perspectief kunnen van verschillende informele vragen, begrippen en onderscheidingen explicaties gegeven worden. Bijvoorbeeld de vraag of een theorie wel empirische inhoud heeft, d.w.z. of de genuanceerde claim niet algemeen geldig is. Hierop aansluitend de vraag naar het eventuele nut van conceptuele theorieën, i.e. theorieën met echte theoretische termen, maar zonder empirische inhoud. Voorts blijken begrippen als paradigma's (Kuhn) onderzoeksprogramma's (Lakatos) en synchrone en diachrone theoriënnetwerken (Sneed) zeer helder te omschrijven.

Een Groningse vinding (20) is de explicatie van het intuïtieve onderscheid tussen echte theorieën en empirische wetten, al naar gelang de kandidaattheorie al dan niet 'eigen' theoretische termen heeft. Aan de hand van dit criterium blijkt (1c) de ideale gaswet een empirische wet, ondanks de schijn van het tegendeel op het eerste gezicht. Voorts kan met dit onderscheid de discussie over de vraag of het periodiek systeem (PS) van Medeleev nu een empirische wet of een echte theorie is, genuanceerd worden beantwoord (21). Tot aan de atoomtheoretische verklaring van het PS, was het een onvervalste theorie, met het atoomnummer als theoretische term. Met de atoomtheorie zijn er in beginsel PS-onafhankelijke meetmethoden van het atoomnummer ontstaan (uitgaande van de identificatie met het aantal elektronen of protonen), waardoor het PS een empirische wet is geworden, die beladen is met de atoomtheorie en ertoe gereduceerd kan worden, waarbij de genoemde identificatie de cruciale reductie-stap (zie Par.1) is.

In Par.4 werd al gesuggereerd dat structuralistische reconstructie van de markttheorie (12) koren op de molen levert voor Hamminga's ontwikkelingsmodel voor theoretische economie. In (12) blijkt tevens dat de markttheorie in de toegepaste economie op een problematische wijze wordt toegepast, terwijl adequate toepassingsmogelijkheden onbenut blijven.

Enkele nutsaspecten kwamen in het voorgaande al ter sprake.

(a) Hypothese:stagnatie in een gebied kan ontstaan doordat van een

theorie ten onrechte wordt aangenomen dat deze empirische inhoud heeft.

- (b) Het zogenaamde probleem van theoretische termen heeft een heel praktische oplossing gevonden.
- (c) De reconstructies in (12) en (21) pretenderen onder andere goed bruikbaar te zijn voor het beter structureren van leerboekpresentaties van deze theorieën. Giere (19) gebruikte de naefve reconstructie van Suppes van Newton's deeltjes-mechanica.
- (d) Er werd reeds gezinspeeld op een mogelijke nieuwe impuls op de toegepaste economie.
- (e) Hypothese (in het verlengde van Par.3 en Par.5): Onderzoeksprogramma's bieden geschikt meso-eenheden voor onderzoeksbeleid, zeker wanneer deze structuralistisch geïnterpreteerd kunnen worden, a.h.w. roepen om idealisatie en concretisering en gepresenteerd worden met de pretentie 'interdisciplinair'.

Van materiaal naar industrieel produkt

Pieter Weeder en Do Kester hebben overtuigend laten zien (22) dat er veel structuur zit in de constructie van een industrieel produkt uitgaande van een zeker (al dan niet nieuw) materiaal, met name in de projectfase. Het artikel is gebaseerd op het Tenax-voorbeeld, dat als behoorlijk representatief lijkt te kunnen worden beschouwd. Die structuur blijkt bij nadere beschouwing in zekere mate analoog aan het benaderen van de waarheid in de zin die kort werd aangeduid in Par.6.

W&K schetsen het constructie proces als een geordende serie pogingen om de eigenschappen van het gegeven materiaal en de eisen van de beoogde toepassing op elkaar af te beelden. In onze beknopte reconstructie spreken we echter liever over het vergroten van de overlap tussen de feitelijke eigenschappen F van het materiaal en de gewenste eigenschappen G van het beoogde produkt. Hierbij gaan we ervan uit dat het altijd mogelijk is een zodanig abstractie-niveau te kiezen dat alle relevante eigenschappen zich in één veld VE bevinden en dat de beschrijving dichtoom is: de betreffende eigenschap is wel of niet aanwezig. We hoeven niet aan te nemen dat de eigenschappen empirisch onafhankelijk zijn.

Aldus vormen F en G in ieder stadium deelverzamelingen van VE die in het algemeen van elkaar zullen verschillen: het symmetrisch verschil $F \Delta G$ is niet-leeg en de vraag is of dat ongedaan kan worden gemaakt. W&K laten aan de hand van het Tenax-voorbeeld, zien dat er in een dergelijke probleemsituatie allereerst standaardmethoden worden toegepast, om te proberen de eigenschappen van het materiaal te veranderen. Een mogelijkheid is uiteraard dat dit maximaal succesvol afloopt zodat de nieuwe verzameling feitelijke eigenschappen F' een grotere overlap met G vertoont dan F, in welk geval de nieuwe probleemsituatie kan worden samengevat in $F' \Delta G \neq \emptyset$. Mede vanwege de empirische samenhang van eigenschappen is het echter vaak zo dat succesvolle omvorming van één eigenschap t.a.v. een of meer andere eigenschappen problemen oproept die er eerder niet waren. In dit geval moet voor de nieuwe probleemdefinitie uitdrukkelijk gekozen worden uit de twee dan openstaande mogelijkheden: het nieuwe probleem voor lief nemen of een andere weg zoeken uit de oude probleemsituatie.

Indien het met de standaardmethoden niet lukt om verder te komen,

spreken W&K van een anomaal probleem dat om een strategische beslissing vraagt. Daarbij onderscheiden ze in totaal acht mogelijkheden, die kort samengevat neerkomen op: (1): stoppen, (2,3,4,): ander materiaal en/of een andere toepassing kiezen, zodat de feitelijke en/of gewenste eigenschappen veranderen, (5,6,7): het veranderen van de feitelijke en/of gewenste eigenschappen, maar (zoveel mogelijk) met behoud van materiaal en toepassing, (8): uitstellen van een echte strategische beslissing. De analogie met waarheidsbenadering is uiteraard de volgende. Zoals in het industrieel laboratorium in eerst instantie geprobeerd wordt om F te laten opschuiven naar G, zo probeert de theoriegerichte empirische wetenschapper de door zijn theorie geselecteerde conceptuele mogelijkheden B te laten opschuiven naar X. De leerzaamheid van de formele analogie zit uiteraard minstens zozeer in de verschillen die er goed door zichtbaar worden:

- X is een onbekende, terwijl G een bekende is,
- met als gevolg: of een stap in de richting van X, resp. G, is gezet, is niet, resp. wel, in directe zin te beoordelen.
- X is onveranderbaar, G is beperkt veranderbaar met behoud van toepassing, en in hoge mate veranderbaar als de toepassing ook mag veranderen,
- B is relatief gemakkelijk te veranderen, F is moeilijk te veranderen.

Uit het bovenstaande mogen drie zaken duidelijk zijn. Het belangrijkste is dat W&K lieten zien dat er systeem zit in: het proces van industriële produkt - en dus kennisvorming en dat het proces zich dus goed leent voor cognitieve analyse, waarbij in het artikel ook veel aandacht wordt besteed aan het variatie en selectie aspect van 'kandidaat-eigenschappen.' Die analyse blijkt zich echter niet alleen te lenen voor een enigszins formele representatie, maar dan blijkt ook een zekere analogie te bestaan met de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis. Of de twee laatste aspecten werkelijk van nut kunnen zijn, waarbij in het bijzonder valt te denken aan de aspecten (a), (c) en (d), laat ik hier als een open vraag staan.

Similariteit en de keuze van een inductief-statistische methode
Sinds Plato en Aristoteles wordt het begrip gelijkenis of similariteit alom gebruikt in wetenschap en filosofie. Pogingen tot explicatie van dit begrip, leidend tot algemene kwalitatieve en kwantitatieve maatstaven voor overeenkomst en verschil tussen vergelijkbare zaken, zijn echter zeldzaam. Wel zijn er vele *ad hoc* definities te vinden in diverse wetenschappen.

Roberto Festa laat in een aantal deelstudies, die culmineerden in een dissertatie (23a), zien hoe het similariteitsbegrip kan worden uitgelegd, om het vervolgens, in kritische aansluiting op gangbare praktijken, te gebruiken bij het analyseren van filosofische en statistische problemen.

Meer in het bijzonder geeft hij in (23a) een historisch-kritisch overzicht van het gebruik van informele similariteitsnoties in filosofisch onderzoek en een inventarisatie van verschillende kwantitatieve similariteitsmaten zoals ze gebruikt worden in de statistiek en de empirische wetenschappen, in het bijzonder in cluster-analyse respectievelijk mathematische psychologie en biologie.

kern (ook opgenomen in (23b)) wordt gevormd door een formele lyse van de similariteitsnotie en een daarop gebaseerd netwerk . similariteitsmaten met uiteenlopende kenmerken. Vervolgens dt de vruchtbaarheid hiervan onderzocht met betrekking tot een tal onderwerpen:

(waarheids-)gelijkenis van kwalitatieve en kwantitatieve theorieën,

intervalschatting gebaseerd op de afstand tussen een interval en een punthypothese,

analyse van de notie "graad van (wan)orde", met diverse methodologische en statistische implicaties,

inductieve kansen en de keuze van inductieve methoden.

laatste onderwerp zal ik nader toelichten. Probleem is de ze van een specifieke methode uit een generieke klasse van uctieve methoden gericht op het benaderen van de objectieve sen op een eindig aantal categorieën in een oneindig universum. deze context is allereerst een logisch-metafysisch optimali- tsprobleem formuleerbaar: gesteld dat we de objectieve kansen den kennen, is er dan een optimale inductieve methode?


ta (24a) heeft niet alleen laten zien dat het verrassend posi- ve antwoord van Carnap gegeneraliseerd kan worden tot de klasse "gegeneraliseerde Carnap (GC-) systemen" (25), maar ook dat

optimale gedrag geherinterpreteerd kan worden als het maxima- eren van de gelijkenis tussen inductieve en objectieve kansen definieerd in termen van hun afstand). In deze analyse speelt zogenaamde diversiteitsindex van Gini ($1 - \sum p_i^2$) een zeer helderende rol.

het verlengde hiervan gaat Festa in (24b) het epistemologisch- hodologisch optimaliteitsprobleem te lijf: is een plausibele ze van methode mogelijk als we de objectieve kansen niet ken- ? Uitgangspunt vormen daarbij voorlopig (relatief a priori) attingen van de objectieve kansen en een schatting van de ersiteit. Onder zeer plausibele voorwaarden zal deze geschatte ersiteit kleiner zijn dan de diversiteit van de geschatte sen en valt er een schatting te berekenen van de afstand tussen objectieve kansen en hun schattingen. Nu ligt het voor de hand inductieve systeem zó te kiezen dat het (logisch) optimaal zou n als de objectieve kansen zodanig zouden zijn dat de bijbeho- de objectieve diversiteit en afstand overeen zouden komen met geschatte diversiteit en afstand. Deze keuze blijkt bovendien enige "consistente" keuze in die zin dat het het enige GC- teem is waarvan de verwachtingswaarde van de diversiteit gelijk aan de geschatte diversiteit. M.a.w. in de geschetste omstan- heden leiden twee conceptueel zeer verschillende plausibili- tscriteria tot dezelfde keuze.

voorstel is bruikbaar (nutsaspect (d)) in de statische ctijk dan wellicht op het eerste gezicht lijkt, omdat er vaak volle schattingen van de diversiteit mogelijk zijn op basis van tergrondinformatie, bijv. in de ecologie. Zelfs al kan men rigens niets beters bedenken dan gelijke schattingen voor de onderlijke kansen (leidend tot maximale diversiteit van deze attingen), dan is er dus vaak toch al een heel specifieke keuze

inductief-statistische methode te motiveren. M.a.w. het con- tuele onderzoek naar similariteit in realtie tot inductieve oden leidt tot een keuzevoorstel dat in elk geval veel beter



beredeneerd is dan de gebruikelijke ad hoc keuzes.

Tot besluit

Zoals in de inleiding al werd aangekondigd ligt er in het gegeven overzicht een sterk accent op Gronings, c.q. met Groningen gelieerd, onderzoek. Elders in Nederland en daarbuiten zijn echter zeker ook tendenzen in de richting van cognitief wetenschapsonderzoek aan te treffen. In plaats van te proberen hiervan ook een schets te geven, wil ik besluiten met te verwijzen naar een heel terrein van cognitief wetenschapsonderzoek avant la lettre: systeemtheorie, althans in zijn filosofisch bescheiden vormen. Zoals bekend speelt alleen al het systeembegrip zelf in veel onderzoek een nuttige, structurende rol.

Noten en Literatuur

- (1) T. Kuipers
 - a. 1987, Reductie van wetten, Kennis en Methode, X, 1, p. 125-135.
 - b. 1987, A decomposition model for explanation and reduction, LMPs-VIII Abstracts, Vol. 4, p. 328-331, Moscow.
 - c. 1982, The reduction of phenomenological to kinetic thermostatics, Philosophy of Science, 49, 1, p. 107-119.
 - d. 1984, Utilistic reduction in sociology: the case of collective goods, In, Reduction in Science, W. Balzer et al., eds. Reidel, Dordrecht, Boston, p. 239-267.
- (2) R. Looijen, 1987, Emergence and reduction in biology, LMPs-VIII Abstracts, Vol. 2, p. 265-268, Moscow.
- (3) M. Janssen, 1987, Utilistic reduction of the macroeconomic consumption function, LMPs-VIII Abstracts, Vol. 5, 2, p. 386-390, Moscow.
- (4) T. Kuipers
 - a. 1985, The logic of intentional explanation, Communication and Cognition, 18, 1, p. 177-198.
 - b. 1986, The logic of functional explanation in biology, Proc. 10th Wittgenstein Symp., Wenen, p. 110-114.
 - c. Explanation by specification, t.v.i. Logique et Analyse.
 - d. 1986, Intentioneel verklaren, Handelingen, nr. 0, p. 12-18.
- (5) Yao Hua Tan, 1987, Verklaren op grond van onvolledige informatie, Filosofiedag, Maastricht.
- (6) A. Keupink, Intentionele verklaringen in de geschiedenis: een case-study, manuscript.
- (7) L. Guichard, 1987, Intentionele verklaringen van diergedrag, doct. scriptie biologie, RU-Groningen.
- (8) H. Zandvoort, 1986, Models of scientific development and the case of NMR, Synthese Library 184, Reidel, Dordrecht, Boston.
- (9) H. Zandvoort, 1986, Milieukunde en interdisciplinariteit, Kennis en Methode, X, 3, p. 230-251.
- (10) T. Kuipers, Interdisciplinariteit en gerontologie, t.v.i. Veroudering en Wetenschap, uitg. Ned. Ver. v. Gerontologie.
- (11) B. Hamminga, 1983, Neoclassical theory structure and theory

- development, Springer, Berlijn. Voor een beknopte impressie, zie zijn gelijknamige artikel in 'Philosophy of economics', W. Stegmüller et al. eds., 1982, Springer, Berlijn.
- (12) M. Janssen en T. Kuipers, Stratification of general equilibrium theory, t.v.i. Erkenntnis.
 - (13) L. Nowak 1980, The structure of idealization, Reidel, Dordrecht, Boston. Voor een informatieve bespreking, zie P. van den Besselaar, Idealisatie en concretisering, Kennis en Methode, VI, 4, 1982, p. 350-367.
 - (14) T. Kuipers, 1985, The paradigm of concretization: the law of Van der Waals, Poznan Studies, Vol. 8, Rodopi, Amsterdam, p. 185-199.
 - (15) L. Nowak, 1983, Property and Power, Reidel, Dordrecht, Boston.
 - (16) T. Kuipers
 - a. 1982, Approaching descriptive and theoretical truth, Erkenntnis, 18, 3, p. 343-378.
 - b. 1984, Approaching the truth with the rule of success, 7th LMPs-selection, Philosophia Naturalis, 21, 2/4, p. 244-253.
 - c. 1984, Empirische mogelijkheden, Kennis en Methode, VIII, 3, p. 240-263.
 - (17) T. Kuipers, 1987, 2 artikelen in What is closer-to-the-truth?, T.K. (ed.), Rodopi, Amsterdam
 - a. A structuralist approach to truthlikeness, p. 79-99.
 - b. Truthlikeness in stratified theories, p. 177-186.
 - (18) T. Kuipers, 1987, Truthlikeness and the correspondence theory of truth, Proceedings 11th Wittgenstein Symp., Wenen, 1987, p. 171-176.
 - (19) R. Giere, 1979, Understanding scientific reasoning, Holt, Rinehart and Winston, New York.
 - (20) T. Kuipers en H. Zandvoort, 1985, Empirische wetten en theorieën, Kennis en Methode, IX, 1, p. 49-63.
 - (21) H. Hetteema en T. Kuipers, The periodic table: its formalization, status, and relation to atomic theory, t.v.i. Erkenntnis.
 - (22) P. Weeder en D. Kester, 1982, Variaties en selectie: de constructie van een industrieel produkt. Het geval Tenax, Kennis en Methode, VI, 3, p. 221-251.
 - (23) R. Festa,
 - a. Similarity, verisimilitude, and inductive methods, t.v.i. 1988/9.
 - b. Theory of similarity, similarity of theories, and verisimilitude, in (17), p. 145-176.
 - (24) R. Festa,
 - a. New aspects of Carnap's optimum inductive method, LMPs-VIII, Vol.1, 1987, p. 397-400.
 - b. (met Carlo Buttasi), Generalized Carnapian systems, Dirichlet distributions, and the epistemological problem of optimality, LMPs-VIII, Vol. 1, 1987, p. 390-393.
 - (25) T. Kuipers, Studies in inductive probability and rational expectation, Reidel, Dordrecht, 1978.